

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-118178

(43)Date of publication of application : 06.05.1997

(51)Int.Cl.

B60R 1/00

(21)Application number : 07-275981

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 24.10.1995

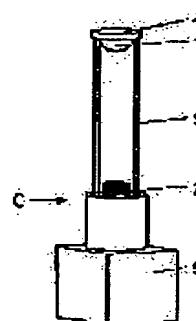
(72)Inventor : HORI MASAYUKI  
SATO HIROSHI  
HIROTA YUKITSUGU

## (54) VEHICLE SURROUNDING MONITORING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To grasp positional relationship between an object to be monitored in the surrounding of a vehicle and own vehicle and the shape of the vehicle, easily.

**SOLUTION:** A vehicle surrounding monitor device consists of a wide angle camera C attached in a rear end section on the left side of a vehicle and a monitor loaded in the vehicle, and the wide angle camera C consists of a convex mirror 1 which reflects a scenery around the vehicle, a photographing device 2 which photographs a virtual image reflected by the convex mirror 1, a transparent pipe 3 which connects the convex mirror 1 with the photographing device 2, a cap 4 which becomes a lid of the transparent pipe 3, and a case 5 which cover the photographing device 2. A vehicle image which is substantially equal to magnification of a picture image of a vehicle surrounding part is synthesized in a picture image processing circuit in a vehicle part of the picture image which photographs a road surface by substantially equal magnification by the wide angle camera C and the synthesized image is displayed on the monitor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3453960

[Date of registration] 25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-118178

(43) 公開日 平成9年(1997)5月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 6 0 R 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 6 0 R 1/00

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-275981

(22) 出願日 平成7年(1995)10月24日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 堀 雅之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 佐藤 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 廣田 幸嗣

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

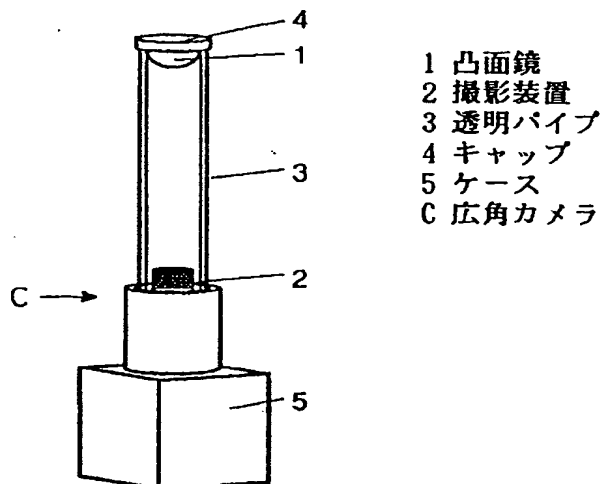
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 車両周囲モニタ装置

(57) 【要約】

【課題】 車両周囲の被写体と自車両の位置関係や車両の形状を容易に把握することができる車両周囲モニタ装置を提供する。

【解決手段】 車両周囲モニタ装置は、車両の左側後端部に取り付けた広角カメラCと、車両内に搭載したモニタとで構成され、広角カメラCは、車両周囲の光景を映出する凸面鏡1と、その凸面鏡1の反射虚像を撮影する撮影装置2と、凸面鏡1と撮影装置2とを連結する透明パイプ3と、透明パイプ3の蓋となるキャップ4と、撮影装置2を覆うケース5で構成される。広角カメラCによって路面を略等倍率に撮影した画像の車両部分に、画像処理回路で車両周囲部分の画像の倍率に略等しい車両イメージを合成し、その合成画像をモニタに表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記2次元動画像表示手段の表示画面上で前記広角撮影手段によって撮影された入力画像のうちの車両周囲が撮影された部分の倍率に略等しい倍率で前記車両を表示した車両イメージを、前記入力画像のうちの前記車両が撮影された部分に大きさ及び位置を合わせて合成する画像合成手段を備えて構成されることを特徴とする車両周囲モニタ装置。

【請求項2】前記広角撮影手段は、その撮影範囲内に位置する路面のうち少なくとも車両辺縁の路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする請求項1記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項3】前記広角撮影手段は、その撮影範囲内に位置する路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする請求項2記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項4】前記広角撮影手段は、路面に対して撮影方向を略垂直にして前記車両に取り付けられ、前記凸面鏡部の凸面が回転体で構成され、該回転体の中心軸と前記路面の法線方向とが略一致し、前記撮影部の節点が前記中心軸上又はその近傍に位置し、且つ前記凸面の形状が、凸面上の前記撮影部が撮影可能な範囲内の任意の反射点及び前記節点を結んだ直線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である画角、及び前記凸面の反射点における法線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である反射点角度において、前記画角を $\delta$ とし、前記反射点角度を $\theta$ としたときに、 $\tan \delta$ と、 $\tan(2 \cdot \theta + \delta)$ とが略比例する構成であることを特徴とする請求項3記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項5】車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記広角撮影手段は、その撮影範囲内に位置する路面のうち少なくとも車両辺縁の路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする車両周囲モニタ装置。

【請求項6】前記広角撮影手段は、その撮影範囲内に位置する路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする請求項5記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項7】前記広角撮影手段は、路面に対して撮影方向を略垂直にして前記車両に取り付けられ、前記凸面鏡部の凸面が回転体で構成され、該回転体の中心軸と前記

路面の法線方向とが略一致し、前記撮影部の節点が前記中心軸上又はその近傍に位置し、且つ前記凸面の形状が、凸面上の前記撮影部が撮影可能な範囲内の任意の反射点及び前記節点を結んだ直線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である画角、及び前記凸面の反射点における法線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である反射点角度において、前記画角を $\delta$ とし、前記反射点角度を $\theta$ としたときに、 $\tan \delta$ と、 $\tan(2 \cdot \theta + \delta)$ とが略比例する構成であることを特徴とする請求項6記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項8】前記広角撮影手段は、前記車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けられたことを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の車両周囲モニタ装置。

【請求項9】車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記広角撮影手段は、車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けられたことを特徴とする車両周囲モニタ装置。

【発明の詳細な説明】。

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両周囲の状況を表示する車両周囲モニタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の車両周囲モニタ装置としては、車両周囲を撮影する広角カメラを車両の後部位置に取り付け、車内に取り付けたモニタに前記広角カメラで撮影した画像を表示するような装置等が知られている（例えば、実開昭58-168938号公報、特開昭60-88657号公報等参照）。

【0003】ここで、従来の車両周囲モニタ装置に使用される広角カメラの一例について、図17の断面図を用いて簡略に説明する。図において、車両周囲の光景を映出する凸面鏡21は、例えば、球面、回転放物面、回転双曲面、円錐等の形状の凸面を有し、その凸面は鏡面となるようにアルミ蒸着等の加工が施されている。撮影装置22は、CCD等に代表される2次元イメージセンサと、2次元イメージセンサ上に被写体の実像を結像するレンズ系と、2次元イメージセンサを駆動し出力信号を処理する回路とで構成される。撮影装置22で撮影した画像信号は、NTSC、PAL等の規格に適合したコンポジットビデオ信号で出力される。透明パイプ23は、凸面鏡21と撮影装置22とを連結し、ガラス、透明樹脂等の材質で成形されている。キャップ24は、凸面鏡21が固定されていて透明パイプ23の蓋となる。撮影装置22はケース25で覆われており、撮影装置22の視線を26で示している。そして、撮影装置22の撮影範囲内全体を凸面鏡21が占めるようにレンズ系及びそれぞれの部品の配置を決定することによって、撮影装置22で撮影した画像には凸面鏡21に映

出される反射虚像が占めるようになる。その反射虚像は凸面鏡を用いるため縮小されているので、上記の構成とすることで広範囲を撮影する広角のカメラとなる。

【0004】この広角カメラ20を車両の図18に示した位置に取り付けることによって、車両後方の安全確認用として使用することができる。車内には、例えば、LCD、CRT等のモニタを取り付けておき、そのモニタに広角カメラ20で撮影した画像を出力する。図19には、モニタ画面に表示された画像の一例を示す。このモニタ画面を運転者が見ることによって車両後方の安全確認が可能となる。図8には、図19に示した画像が撮影されたときの撮影状況を示す。

【0005】また、上記の広角カメラ20に凸面鏡を使用せず、従来の広角レンズを用いる場合もある。ただし、この場合にはレンズ系が広角になればなるほど歪みは大きくなる傾向にある。歪曲の程度はレンズ枚数や精度、非球面レンズの使用、不使用等により異なる。従って、歪曲を小さく抑えるためには、レンズの枚数を増やしたり、非球面レンズ等の特殊なレンズを使用する必要がある。魚眼レンズ等がその一例である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の車両周囲モニタ装置にあっては、広角カメラ20で遠くのものと同様のものを同時に撮影する場合、それぞれの画像の倍率が大きく異なってしまう。具体的には、撮影された路面と自車両（特に、自車両のトランクリッドやハッチバック等）とでは倍率が大きく異なるため、画像内の自車両部分が大きく見えてしまい車両感覚と呼ばれる車体サイズの把握が困難になる。また、撮影された車体の各部分（トランクリッドやバンパ等）においても、それぞれ倍率が異なるため自車両の形状を把握することも難しいという問題がある。

【0007】上記問題の解決策の一つとして、広角カメラ20を車両より十分高い部分に取り付けることがあげられる。この場合には、広角カメラ20から路面までの距離と、広角カメラ20から自車両のトランクリッドまでの距離の比が近づく。従って、撮影される路面及び自車両の画像それぞれの倍率も近づいて車体サイズの把握が容易になる。例えば、無限遠にカメラを置いたと仮定すると、図8に示す撮影状況と同等の撮影画像が得られるようになる。

【0008】しかし、広角カメラ20を車両よりずっと高い部分に取り付けるためには、例えば、電動伸縮式のポールに取り付けること等が必要であるため（天井の低い駐車場で破損等保守面での問題を回避し、車体寸法変更によって新たに車検を取ることを避けるため）、装置が高価になってしまう。また、風や車体振動の影響を除くためには大型で強度の高いポールが必要となり更に高価となる。加えて、サイズの大きい大型化されるため取り付け場所が制限されてしまうという問題が生じる。

【0009】また、たとえ上記の問題を解決して自車両のサイズや形状を把握し易くなったと仮定しても、撮影した画像そのものが歪みを持っていると自車両のサイズや形状、路面上の被写体のサイズや形状等を正確に把握することは依然として困難である。ただし、従来の画像処理技術によって歪みの大きい画像を歪みが無くなるように処理することは可能である。歪んだ画像の例として、図20には凸面鏡として回転放物面を使用した場合の画像を示し、図21には凸面鏡として回転双曲面を使用した場合の画像を示す。また、図22には広角レンズの代表である魚眼レンズを広角カメラ20に使用した場合の画像を示す。いずれも被写体は格子を書いた平面とした。この歪んだ画像を補正する画像処理を行えば、図23に示すような歪みのない画像に変換できる。しかし、このような画像処理には高速演算が可能な信号処理装置が必要となり、装置のコストアップになることは避けられない。

【0010】本発明は上記問題点に着目してなされたもので、車両周囲の被写体及び自車両の位置関係や形状を容易に把握できる簡略な構成の車両周囲モニタ装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】このため本発明のうちの請求項1に記載の発明では、車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記2次元動画画像表示手段の表示画面上で前記広角撮影手段によって撮影された入力画像のうちの車両周囲が撮影された部分の倍率に略等しい倍率で前記車両を表示した車両イメージを、前記入力画像のうちの前記車両が撮影された部分に大きさ及び位置を合わせて合成する画像合成手段を備えて構成されることを特徴とする。

【0012】かかる構成によれば、広角撮影手段の凸面鏡部に車両周囲の光景が虚像として映出され、その凸面鏡部の反射虚像が撮影部で撮影される。撮影された入力画像は、画像合成手段において、入力画像のうちの車両周囲が撮影された部分の倍率に略等しい倍率で前記車両を表示した車両イメージが、入力画像のうちの前記車両が撮影された部分に大きさ及び位置を合わせて合成されて、その合成画像が2次元動画画像表示手段に伝送される。2次元動画画像表示手段は受信した合成画像を再生表示し、その表示画像を運転者が見ることによって車両周囲の安全確認が行われる。

【0013】また請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明の構成において、前記広角撮影手段が、その撮影範囲内に位置する路面のうち少なくとも車両辺縁の路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする。かかる構成によれば、請求項1に記載の

発明の作用に加えて、広角撮影手段で撮影された入力画像において、少なくとも車両辺縁の路面画像の倍率が略等しくなる。

【0014】また請求項3に記載の発明では、請求項2に記載の発明の構成において、前記広角撮影手段が、その撮影範囲内に位置する路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする。かかる構成によれば、請求項2に記載の発明の作用に加えて、広角撮影手段で撮影された入力画像において、路面画像の倍率が略等しくなる。

【0015】また請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の発明の具体的な構成として、前記広角撮影手段が、路面に対して撮影方向を略垂直にして前記車両に取り付けられ、前記凸面鏡部の凸面が回転体で構成され、該回転体の中心軸と前記路面の法線方向とが略一致し、前記撮影部の節点が前記中心軸上又はその近傍に位置し、且つ前記凸面の形状が、凸面上の前記撮影部が撮影可能な範囲内の任意の反射点及び前記節点を結んだ直線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である画角、及び前記凸面の反射点における法線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である反射点角度において、前記画角を $\delta$ とし、前記反射点角度を $\theta$ としたときに、 $\tan \delta$ と、 $\tan (2 \cdot \theta + \delta)$ とが略比例する構成であることを特徴とする。

【0016】かかる構成によれば、請求項3に記載の発明の作用と同様に、広角撮影手段で撮影された入力画像において、路面画像の倍率が略等しくなる。また請求項5に記載の発明では、車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記広角撮影手段は、その撮影範囲内に位置する路面のうち少なくとも車両辺縁の路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする。

【0017】かかる構成によれば、広角撮影手段の凸面鏡部に車両周囲の光景が虚像として映出され、その凸面鏡部の反射虚像は撮影部において撮影されて、少なくとも車両辺縁の路面の倍率が略等しい入力画像が得られる。その入力画像は2次元動画像表示手段に伝送される。2次元動画像表示手段は受信した画像を再生表示し、その表示画像を運転者が見ることによって車両周囲の安全確認が行われる。

【0018】また請求項6に記載の発明では、請求項5に記載の発明の構成において、前記広角撮影手段が、その撮影範囲内に位置する路面の平坦な任意の2点間の距離と、前記撮影部に結像した実像の前記2点間の距離との比を一定にしたことを特徴とする。かかる構成によれば、請求項5に記載の発明の作用に加えて、広角撮影手

段で撮影された入力画像において、路面画像の倍率が略等しくなる。

【0019】また請求項7に記載の発明では、請求項6に記載の発明の具体的な構成として、前記広角撮影手段が、路面に対して撮影方向を略垂直にして前記車両に取り付けられ、前記凸面鏡部の凸面が回転体で構成され、該回転体の中心軸と前記路面の法線方向とが略一致し、前記撮影部の節点が前記中心軸上又はその近傍に位置し、且つ前記凸面の形状が、凸面上の前記撮影部が撮影可能な範囲内の任意の反射点及び前記節点を結んだ直線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である画角、及び前記凸面の反射点における法線と前記中心軸のなす角度のうち鋭角である反射点角度において、前記画角を $\delta$ とし、前記反射点角度を $\theta$ としたときに、 $\tan \delta$ と、 $\tan (2 \cdot \theta + \delta)$ とが略比例する構成であることを特徴とする。

【0020】かかる構成によれば、請求項6に記載の発明の作用と同様に、広角撮影手段で撮影された入力画像において、路面画像の倍率が略等しくなる。また請求項8に記載の発明では、請求項1～7のいずれか1つに記載の発明の構成において、前記広角撮影手段は、前記車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けられたことを特徴とする。

【0021】かかる構成によれば、請求項1～7のいずれか1つに記載の発明の作用に加えて、広角撮影手段が取り付けられている、車両の隅の部分及び車両2側面の死角部分が広角撮影手段によって撮影されるようになる。また請求項9に記載の発明では、車両周囲の光景を映出する凸面鏡部と、該凸面鏡部に映出した反射虚像を撮影する撮影部とを有する広角撮影手段と、画像信号を再生表示する2次元動画像表示手段とを備えて構成した車両周囲モニタ装置において、前記広角撮影手段は、車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けられたことを特徴とする。

【0022】かかる構成によれば、広角撮影手段の凸面鏡部には、広角撮影手段が取り付けられている、車両の隅の部分及び車両2側面の死角部分が虚像として映出され、その凸面鏡部の反射虚像が撮影部において撮影されて2次元動画像表示手段に伝送される。2次元動画像表示手段は受信した画像を再生表示し、その表示画像を運転者が見ることによって車両周囲の安全確認が行われる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本発明の第1の実施形態に係る車両周囲モニタ装置は、広角撮影手段としての広角カメラCと、2次元動画像表示手段としてのモニタとで構成される。図1には広角カメラCの外観図を示し、図2は図1に示した広角カメラCの断面図を示している。

【0024】図において、広角カメラCは、車両周囲の

光景を映出する凸面鏡部としての凸面鏡1と、その凸面鏡1の反射虚像を撮影する撮影部としての撮影装置2と、凸面鏡1と撮影装置2とを連結する透明パイプ3と、透明パイプ3の蓋となるキャップ4と、撮影装置2を覆うケース5とで構成される。凸面鏡1は、凸面が鏡面となるようにアルミ蒸着等の加工が施されている。透明パイプ3は、ガラスや透明樹脂等の材質で成形されている。キャップ4は、凸面鏡1が固定されており、その固定方法は、例えば、一体成型や接着等による。また、透明パイプ3とキャップ4、及び透明パイプ3とケース5はそれぞれ接着剤、Oリング等で封止してあり気密性、防水性を高めてある。6は撮影装置2の視線を示している。

【0025】ここで、撮影装置2について詳細に説明する。撮影装置2は、例えば、CCD等に代表される2次元イメージセンサと、凸面鏡1の反射虚像を被写体として被写体の実像を2次元イメージセンサ上に結像するレンズ系と、2次元イメージセンサを駆動する回路と、2次元イメージセンサの出力信号を処理する画像処理回路と、光学フィルタとで構成される。尚、光学フィルタは必要に応じて使用し省略することも可能である。

【0026】画像処理回路は、2次元イメージセンサで撮影した入力画像を左右反転して出力する機能、及び2次元イメージセンサで撮影した入力画像以外の車両イメージ、例えば、入力画像中の車両部分の倍率とは異なった倍率で撮影された車両画像や、車両の形状を表す絵等、を入力画像に重ね合わせる画像合成手段としての機能を有している。前記入力画像を左右反転して出力する機能は、凸面鏡1による左右反転虚像を2次元イメージセンサで撮影するため、撮影された左右反転画像を補正して出力する機能である。前記画像合成手段としての機能は、例えば、スーパーインポーズ機能、或いはそれと同等の機能であり、スーパーインポーズは公知の技術であるので説明を省略する。またスーパーインポーズと同等の機能としては、例えば、モニタの画面上に絵や写真等を貼付する機能や、前記2次元イメージセンサの結像画面上に遮光マスク、フィルム等を貼付する機能等がある。撮影装置2で撮影され処理された画像は、例えば、NTSCコンポジットカラービデオ信号の形式で撮影装置2から出力される。尚、撮影装置2の出力信号は前記NTSCコンポジットカラービデオ信号に限らず、CRT、LCD等、後述するモニタの入力信号と適合していれば任意の規格の信号で出力することが可能であり、例えば、上記のNTSCの他、PAL等の規格に適合したコンポジットビデオ信号、或いは、RGB別の出力信号等が可能である。また、モノクロ、カラーいずれの場合も可能である。

【0027】そして、上記撮影装置2の撮影範囲内全体を凸面鏡1が占めるように、レンズ系の焦点距離 $f$ 及び凸面鏡1と撮影装置2の間隔を決定する。このように設

定すると、撮影装置2で撮影した入力画像には凸面鏡1に映出される反射虚像が占めるようになる。その反射虚像は凸面鏡に映出されるため縮小されている。つまり、上記の構成とすることで広範囲を撮影する広角のカメラとなる。

【0028】次に、凸面鏡1について説明する。上述の広角カメラCを、平坦な路面に対して撮影方向が略垂直となるように車両に搭載し、そのときの路面平面を $S$ とし、路面平面 $S$ 内の広角カメラCの撮影範囲を $S_1$ とし、撮影範囲 $S_1$ 内の車両辺縁部分を $S_2$ とする。凸面鏡1の凸面の形状は、路面の車両辺縁部分 $S_2$ 上の間隔 $w$ で離れた任意の2点が2次元イメージセンサ上で間隔 $w'$ となって結像するとき、 $w/w'$ の値が一定となるように設定する。

【0029】以下、この凸面鏡1の設定について詳細に説明する。凸面鏡1を中心軸 $I_0$ を中心とした回転体とした場合を考える。この場合、中心軸 $I_0$ は路面平面 $S$ の法線に略一致するものとし、撮影装置2の一部をなすレンズ系の節点 $H_0$ が中心軸 $I_0$ 上または中心軸 $I_0$ の近傍に位置するものとする。また、凸面鏡1上の任意の点を反射点 $Q$ として中心軸 $I_0$ と直線 $H_0$ 、 $Q$ のなす角度のうちの鋭角である角度を画角 $\delta$ とし、凸面鏡1の反射点 $Q$ における法線を $n_0$ として中心軸 $I_0$ と法線 $n_0$ のなす角度のうちの鋭角である角度を反射点角度 $\theta$ とする。このとき、 $\tan \delta$ と $\tan(2 \cdot \theta + \delta)$ が略比例するように凸面鏡1の凸面の形状を決定すれば、路面の車両辺縁部分 $S_2$ 上の間隔 $w$ で離れた任意の2点が2次元イメージセンサ上で間隔 $w'$ となって結像するとき、 $w/w'$ の値が一定となる。この場合、路面の撮影範囲 $S_1$ 上の間隔 $w$ で離れた任意の2点が、2次元イメージセンサ上で間隔 $w'$ となって結像するときも、路面の車両辺縁部分 $S_2$ 上と同様に $w/w'$ の値が一定となる。

【0030】尚、凸面鏡1を非回転体としても、凸面に映出される路面の少なくとも車両辺縁部分 $S_2$ について、上記 $\tan \delta$ と $\tan(2 \cdot \theta + \delta)$ が略比例する条件を満たすようにすれば、路面の車両辺縁部分 $S_2$ の間隔 $w$ で離れた任意の2点が、2次元イメージセンサ上で間隔 $w'$ となって結像するとき、 $w/w'$ の値が一定となる。

【0031】次に、上記凸面鏡1の凸面の形状を数式に置き換える。ここでは、凸面鏡1を中心軸 $I_0$ を中心とした回転体とし、図3に示すような中心軸方向を $z$ 、半径方向を $r$ とする円筒座標で記述する。また、図4には、中心軸 $I_0$ を含む平面における広角カメラC及び被写体の位置関係を示す。図4において、被写体7は、例えば、路面であり、また $r=0$ の点が凸面鏡1の最下点となるように座標を設定する。凸面鏡1は回転体であるから凸面の形状は $z$ 及び $r$ のみで表すことができ、以下の数1で示す(1)式を満足する。

【0032】

【数1】

$$\frac{dz}{dr} = \frac{r}{(1-A) \cdot h - A \cdot H} \cdot \left\{ A - 1 + \frac{(1-A)^2 \cdot (r^2 + h^2) + A^2 \cdot H^2}{\sqrt{|(1-A)^2 \cdot r^2 + A^2 \cdot H^2|} \cdot (r^2 + h^2) + A \cdot h \cdot H} \right\} \quad (1)$$

【0033】ただし、(1)式中で、定数hは凸面鏡1から撮影装置2の一部をなすレンズ系の節点H<sub>0</sub>までの距離、定数Hは凸面鏡1から被写体7までの距離、定数Aは被写体7と反射虚像の倍率とする。(1)式を微分方程

式として解くと、次の数2で示す(2)式を得る。

【0034】

【数2】

$$z = \frac{1}{2 \cdot \{(1-A) \cdot h - A \cdot H\}} \cdot \left\{ (A-1)^2 \cdot r + \frac{1}{r} \cdot \sqrt{|(1-A)^2 \cdot r^2 + A^2 \cdot H^2|} \cdot (r^2 + h^2) - A \cdot h \cdot H \right. \\ \left. + \frac{(1-A)^2 \cdot h^2 + A^2 \cdot H^2}{1-A} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{(1-A)^2 \cdot r^2 + A^2 \cdot H^2} + (1-A) \cdot \sqrt{r^2 + h^2}}{(1-A) \cdot h + A \cdot H} \right| \right. \\ \left. - 2 \cdot A \cdot h \cdot H \cdot \ln \left| \frac{h \cdot \sqrt{(1-A)^2 \cdot r^2 + A^2 \cdot H^2} + A \cdot H \cdot \sqrt{r^2 + h^2}}{2 \cdot A \cdot h \cdot H} \right| \right\} \quad (2)$$

【0035】ただし、積分定数はr=0のとき、z=0となるように決定した。ところで、この様な形状の凸面鏡を実際に作製すると、公差等によって凸面の形状が上式の形状と完全には一致しないことがある。このため、

(1)式において、倍率Aが所定の設定値A<sub>0</sub>に対して以下の関係を満足するものとする。

$$0.9 \times A_0 \leq A \leq 1.1 \times A_0$$

凸面鏡1を(1)式に従う凸面とした場合、撮影装置2は凸面鏡1の中心軸I<sub>0</sub>上で撮影装置2の一部をなすレンズ系の節点H<sub>0</sub>と凸面鏡1の最下部との距離がhとなるように配置される。

【0036】ここで、凸面鏡1と撮影装置2の一部をなすレンズ系について具体的に説明する。本実施形態では、広角カメラCを車両のトランクリッド程度の高さに取り付けた場合を考える。一般に、路面からトランクリッドまでの高さは車種により異なるが約1m程度である。そこで、例えば、路面から凸面鏡1の最下部までの高さHを1m、凸面鏡1の最大半径r<sub>max</sub>を8mm、透明パイプ3の外径20mm(半径10mm)、内径16mm(半径8mm、凸面鏡1の最大半径r<sub>max</sub>に一致)、肉厚2mm、レンズ系の節点H<sub>0</sub>から凸面鏡1の最下部までの距離hを120mmとする(図4参照)。また、2次元イメージセンサの撮影サイズを、例えば、1/3インチとすると、実際の縦横長は3.6mm×4.8mm(アスペクト比3:4)となる。被写体のサイズが9.6mm×12.8mm(凸面鏡1に内接する縦横比3:4の長方形)であるから、レンズ系の焦点距離fは45m

mとすれば良い。また、前記被写体と反射虚像の倍率の設定値A<sub>0</sub>を1.6×10<sup>-3</sup>とすると、凸面鏡1には路面上で約半径5mの範囲が虚像として映出される。アスペクト比3:4の前記2次元イメージセンサ上では縦横それぞれ6m×8mの範囲の画像を得ることができる。上記の条件において、(1)式に従う凸面鏡1の凸面の断面の一部をz、rの関数として図5に示す。

【0037】次に、広角カメラCの車両への搭載方法について説明する。図6の車両搭載位置に示すように、車両の上方から見て車両の4隅のいずれか一ヶ所或いは複数個所に広角カメラCを取り付けることが車両周囲の安全を確認するのに有効である。特に、運転者から遠い位置、例えば、右ハンドル車両の場合、左側の後端部及び左側の前端部が運転者にとって見にくい位置であり、そのような位置に広角カメラCを取り付けることによって、より安全確認の有効性が高くなる。図7は、車両の左側後端部に広角カメラCを取り付けた場合の一例を示す。

【0038】図において、路面から凸面鏡1の最下部までの高さHは約1mとし、広角カメラCの撮影方向が路面に対して垂直となるように、具体的には、凸面鏡1の回転中心軸I<sub>0</sub>を路面に垂直にして広角カメラCが設置される。また、図示されていない前記モニタが車両内の運転席付近に設置される。次に、第1の実施形態の作用を説明する。

【0039】上述した車両周囲モニタ装置を搭載する車両が、図8に示すような道路上に位置するとき、自車両



の左側後端部に取り付けられた広角カメラCの凸面鏡1には路面上の約半径5mの範囲が虚像として映出され、その凸面鏡1の反射虚像は撮影装置2の2次元イメージセンサによって撮影される。撮影された入力画像は画像処理回路で左右が反転され、スーパーインポーズ相当機能によって後述する画像処理が行われ、NTSCコンポジットカラービデオ信号の形式で出力される。その広角カメラCの出力信号は車両内に取り付けられたモニタに伝送され、モニタ画面上に車両周囲の画像が表示される。運転者はモニタの表示画面を見ることで車両周辺の安全を確認する。

【0040】図9～図11には、モニタに表示される画像を、前記画像処理の方法に応じて例示したものである。図9は、第1の画像処理による表示画像として、広角カメラCで撮影した画像の左右を反転した画像（即ち、スーパーインポーズ相当機能による画像処理が行われていない画像）の表示画面である。

【0041】図から、広角カメラCの撮影方向に対して垂直な平面内のもの、例えば、路面上の白線等は歪みなく撮影されていることがわかる。また、広角カメラCを車両の左側後端部に取り付けたことによって、車両の隅の部分及び2側面（左側面、後端面）の部分が同時に表示されるようになる。従って、運転者はモニタの表示画面を確認することによって車両周辺の障害物等の位置を容易に把握することができる。例えば、車両の後退時や幅寄せ時等において、障害物と接触する可能性が心配される車両の後部やタイヤハウス付近等の安全確認を確実に行うことができる。また、装置の構成を簡略にできるので、安価な車両周囲モニタ装置を提供することが可能になる。

【0042】一般に、車両周囲モニタ装置で車両周囲の安全確認を行う場合、安全確認の対象となるものは路面上にある障害物等がその殆どである。従って、上記第1の画像処理において、障害物等の路面上での位置が確認できれば運転者は車両周囲の安全確認を行うことは十分可能ではあるが、例えば、路面に描かれた白線に合わせて駐車するようなどき等において、路面上の目印に対する自車両の位置関係やサイズの比較が正確にできる装置の方がより有効である。しかし、第1の画像処理では、例えば、路面上の白線と車体の見え方からわかるように、白線と車体とは撮影された画像の倍率が大きく異なっており、また、車体の画像も位置により倍率が異なっているため、表示された画像より車体の

$$z=f(r)$$

また、 $r=0$ の点が凸面鏡1の最下点となるように座標をとり、 $f(0)=0$ とし、凸面鏡1のサイズ、即ち、凸面鏡1の半径 $r$ の最大値を $r_{max}$ とする。凸面鏡1の半径方向の傾斜角 $\theta$ 、即ち、上述の中心軸 $I_0$ と法線 $n_0$ の

$$\theta=\tan^{-1}(f'(r))$$

撮影装置2は凸面鏡1の最下部と間隔 $h$ で離れている。

サイズや形状を把握することは難しい。

【0043】そこで、図10及び図11は、第2及び第3の画像処理による表示画像として、スーパーインポーズ相当機能によって、撮影した入力画像以外の車両イメージを入力画像の自車両部分に重ね合わせるように画像処理を行った場合の表示画面を示している。図10は、車両イメージとして自車両をトップビューで見て線で表した図を、スーパーインポーズによって撮影した画像の自車両部分に重ね合わせる第2の画像処理による表示画像である。表示画面上で見た自車両の図のサイズは、自車両を路面上に垂直方向に投影して撮影したと仮定したときの自車両のサイズと略等しくしている。図では重ね合わせた図をわかり易くするため、自車両の図の線を太くして示してある。

【0044】また図11は、広角カメラCで撮影した入力画像のうちの自車両の画像部分を消去した画像上に、スーパーインポーズによって図10と同じ自車両の図を表示させた第3の画像処理による表示画像である。この第3の画像処理では、運転者は広角カメラCで撮影した歪んだ自車両の画像を見ないことになる。このように第2及び第3の画像処理によれば、広角カメラCで撮影した画像上に変形していない車両イメージを表示することで路面と車両との歪みがなくなる。従って、運転者は路面上の障害物と自車両の位置関係やサイズを正確に把握でき、加えて、モニタの表示画面が車両のトップビューであることも把握し易くなる。

【0045】尚、広角カメラCで撮影した画像の処理は上記の画像処理以外にも、例えば、図12に示す表示画面のように、広角カメラCで撮影した画像から自車両の画像部分を消去するだけの処理も可能である。この処理では、広角カメラCで撮影した車体の画像を表示しないで、表示画面内の画像の歪みが低減されて障害物と自車両の位置関係やサイズを把握し易くなる効果を有する。

【0046】ここで、広角カメラCの撮影方向に対して垂直な平面内のものが歪みなく撮影される原理について詳細に説明する。まず、凸面鏡1による結像について考える。凸面鏡1は回転体であるため、 $z$ 軸を含む平面で広角カメラCを切断した、図4を用いて説明する。 $f(r)$ を上述の円筒座標系における $r$ の関数とし、凸面鏡1の凸面が次の(3)式で表されるものとする。

【0047】

(3)

なす反射点角度 $\theta$ は $f(r)$ を $r$ で微分したもので得られる。 $f(r)$ を $r$ で1次微分したものを $f'(r)$ と表すと、傾斜角 $\theta$ は次の(4)式となる。

【0048】

(4)

ここで $h \gg f(r_{max})$ とする。これにより、凸面鏡1上

で半径  $r$  の部分は、撮影装置2から画角  $\delta$  で撮影されているとすると、画角  $\delta$  は  $r$ 、 $h$  を用いて以下の (5) 式で

$$\delta = \tan^{-1}(r/h)$$

撮影装置2の視線6は、凸面鏡1で反射後、凸面鏡1の回転軸 ( $z$  軸) と角度  $(2 \cdot \theta + \delta)$  をなす。被写体7と撮影装置2の視線6は、被写体7と  $z$  軸の交点  $O$  から距離  $R$  の点  $P$  で交差するものとする。即ち、撮影装置2

$$\begin{aligned} R &= r + H \cdot \tan(2 \cdot \theta + \delta) \\ &= r + H \cdot \frac{2 \cdot \tan(\theta) + \tan(\delta)}{1 - \tan^2(\theta) - 2 \cdot \tan(\theta) \cdot \tan(\delta)} \\ &= r + H \cdot \frac{2 \cdot f'(r) + (r/h) - f'(r)^2 \cdot (r/h)}{1 - f'(r)^2 - 2 \cdot f'(r) \cdot (r/h)} \end{aligned} \quad (5)$$

(6) 式に (1) 式を代入し、計算すると以下の (7) 式を得る。

$$R = (1/A) \cdot r$$

つまり、(7) 式より  $R$  と  $r$  は比例する。次に、撮影装置2の一部をなすレンズ系について考える。魚眼レンズ等、一部の特殊なレンズ系を除き一般のレンズ系は  $F \cdot \tan \Theta$  レンズと呼ばれるものである。ただし、 $F$  はレン

$$y = F \cdot \tan \Theta$$

つまり、画角  $\Theta$  で撮影したものは高さ  $y$  の点に (結像面の中心から距離  $y$  の点に) 結像する。そこで、撮影装置2の一部をなすレンズ系も  $F \cdot \tan \Theta$  レンズとする。撮

$$y = f \cdot \tan \delta$$

$$= f \cdot r/h$$

ところで、画角  $\delta$  の視線6が凸面鏡1で反射した後に撮影するのは点  $P$  であるから、(9) 式に (7) 式を代入する

$$y = f \cdot A \cdot R/h$$

(10) 式より、 $y$  と  $R$  が比例するのは明らかである。

【0053】また、凸面鏡1が回転体であることから、点  $P$  の方向が常に変化しないことは明らかである。上記より、凸面鏡1の回転軸に垂直な平面上の線分は、直線のまま、方向も同じままで、同じ倍率で2次元イメージ

$$\begin{aligned} R' &= r + \alpha \cdot H \cdot \tan(2 \cdot \theta + \delta) \\ &= (1 - \alpha) \cdot r + \alpha \cdot [r + H \cdot \tan(2 \cdot \theta + \delta)] \\ &= (1 - \alpha) \cdot r + \alpha \cdot (1/A) \cdot r \\ &= \{1 + \alpha \cdot [(1/A) - 1]\} \cdot r \\ &= \alpha \cdot [(1/A) - 1 + 1/\alpha] \cdot r \end{aligned}$$

ここで、広角カメラ  $C$  であることから  $1/A \gg 1$ 、 $1/\alpha \gg 1/\alpha$  とす、

$$R' \sim (\alpha/A) \cdot r \quad (11)$$

2次元イメージセンサ上では、

$$\begin{aligned} y &= f \cdot \tan \delta \\ &= (f/h) \cdot r \\ &= [f \cdot A / (\alpha \cdot h)] \cdot R' \end{aligned} \quad (12)$$

(12) 式より、 $y$  と  $R'$  の関係において、距離  $H$  の変化によって比例定数 (倍率) は変化するが、比例関係が成り立っている。

【0055】上記より、この凸面鏡1を使用すれば、凸面鏡1の回転軸に垂直な平面内のものは全て相似の関係を保って2次元イメージセンサに撮影される。図13に

表される。

(5)

によって画角  $\delta$  で撮影するのは点  $P$  となる。

【0049】ここで、交点  $O$  から点  $P$  までの距離  $R$  を計算すると (6) 式となる。

【0050】

(7)

$z$  の焦点距離、 $\Theta$  はカメラの画角を表す。 $F \cdot \tan \Theta$  レンズは画角  $\Theta$  とレンズにより結像する実像の高さ  $y$  の関係式が以下の (8) 式を満たすものである。

【0051】

(8)

撮影装置2のレンズ系の焦点距離を  $f$  とすると、画角  $\delta$  で撮影したものの高さ  $y$  は (9) 式で表される。

【0052】

(9)

と (10) 式となる。

(10)

センサ上に結像することがわかる。さらに、被写体7と凸面鏡1の間の距離  $H$  が変化したときを考える。

【0054】変化後の距離を  $\alpha \cdot H$  とすると、変化後の交点  $O$  から点  $P$  までの距離  $R'$  は、(6) 式より、

は、格子を書いた平面を被写体とし、その被写体を撮影方向に垂直に置いて本実施形態の広角カメラ  $C$  で撮影したときの画像を示す。図において、中央の点は広角カメラ  $C$  を示しており、平面内の格子が歪みなく撮影されていることがわかる。

【0056】尚、凸面鏡1の公差等のために、必ずしも

凸面鏡1の凸面の形状が(1)式に一致しない可能性がある。しかしこの場合(1)式において、

$$0.9 \times A_0 \leq A \leq 1.1 \times A_0$$

の関係を満足しているの、このとき、(10)式から、  
 $0.9 \cdot f \cdot A_0 \cdot R / h \leq y \leq 1.1 \cdot f \cdot A_0 \cdot R / h$   
 倍率を  $m (=y/R)$  とすると、上記関係は次式となる。

【0057】

$$0.9 \cdot f \cdot A_0 / h \leq m \leq 1.1 \cdot f \cdot A_0 / h$$

$m_0 = f \cdot A_0 / h$  とすると、歪曲率  $D = (m/m_0 - 1) \times 100(\%)$  は、

$$-10(\%) \leq D \leq 10(\%)$$

となる。図14及び図15には、図13で用いた格子を書いた平面を歪曲率  $D=10\%$  及び  $-10\%$  で撮影した場合の画像を示す。図より、歪曲率  $10\%$  の場合に糸巻型、歪曲率  $-10\%$  の場合に樽型歪みとなっており、これ以上歪曲率が大きいと、歪曲がないとは言うことは難しい。ただし、一般的なレンズの歪曲率は、焦点距離  $f$  と結像面のサイズにもよるが、 $\pm 4\%$  程度以下であり、上述のように歪曲率を  $\pm 10\%$  程度に設定しておけば、歪みは分かるものの運転者が車両周囲の安全を確認する目的に対しては十分許容されるレベルにあると言える。

【0058】次に、本発明の第2の実施形態を説明する。第2の実施形態は、第1の実施形態の凸面鏡1に代えて、従来より使用されている凸面が放物面をした凸面鏡を用いて広角カメラCを構成した車両周囲モニタ装置である。凸面鏡以外の構成は第1の実施形態の構成と同一であるため、構成を示す図及び説明を省略する。また、広角カメラCの取り付け位置も第1の実施形態の取り付け位置と同様、図7に示すように、車両の左側後端部に取り付けられている。図16は、第2の実施形態によって撮影された画像のモニタ表示画面を示す。

【0059】図に示すように、第2の実施形態では、モニタに表示される画像に歪みが生じているため、車両周辺の障害物等の正確な位置を判断することは難しいが、運転者が表示画面を見ることによって、車両の左後方の死角となる部分を車両の左側後端部を中心に確認することはできる。また、広角カメラCを取り付けた隅の部分が障害物に接触するか否かを確認することも可能である。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のうちの請求項1に記載の発明の効果は、広角撮影手段で撮影した入力画像上の車両部分に、車両周囲部分の画像の倍率に略等しい車両イメージを表示することで、車両周囲と車両との歪みがなくなるので、運転者は車両周囲の被写体と自車両との位置関係やサイズの比較が正確に把握でき、加えて、表示画面が車両のトップビューであることを把握し易くなる。また、装置の構成を簡略にできるため安価に装置を提供することができる。

【0061】また請求項2に記載の発明の効果は、請求項1に記載の発明の効果に加えて、路面平面内の少なくとも車両辺縁の被写体が歪みなく撮影されることによって、運転者は車両周囲の障害物及び自車両の位置やサイズをより正確に把握することができる。また請求項3及び4に記載の発明の効果は、請求項2に記載の発明の効果に加えて、路面平面内の被写体が歪みなく撮影されることによって、運転者は車両周囲の障害物及び自車両の位置やサイズを一層正確に把握することができる。

【0062】また請求項5に記載の発明の効果は、路面平面内の少なくとも車両辺縁の被写体が歪みなく撮影されることによって、運転者は車両周囲の障害物及び自車両の位置やサイズを正確に把握することができる。また、装置の構成を簡略にできるため安価に装置を提供することができる。また請求項6及び7に記載の発明の効果は、請求項5に記載の発明の効果に加えて、路面平面内の被写体が歪みなく撮影されることによって、運転者は車両周囲の障害物及び自車両の位置やサイズをより正確に把握することができる。

【0063】また請求項8に記載の発明の効果は、請求項1～7に記載の発明の効果に加えて、広角撮影手段を車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けることによって、車両の隅の部分及び2側面の死角部分が同時に表示されるようになり、運転者は車両の死角の安全確認を確実に行うことができるので車両周囲の状況を一層正確に把握することができる。

【0064】また請求項9に記載の発明の効果は、広角撮影手段を車両の4隅の少なくとも1ヶ所に取り付けることによって、車両の隅部分及び2側面の死角部分が同時に表示されるようになり、運転者は車両の死角の安全確認を確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る広角カメラの外観図

【図2】図1に示した広角カメラの断面図

【図3】同上第1の実施形態における円筒座標系を説明する図

【図4】同上第1の実施形態の広角カメラ及び被写体の位置関係を示す図

【図5】同上第1の実施形態の凸面鏡の形状を示す図

【図6】同上第1の実施形態の広角カメラの車両取り付け位置を示す図

【図7】同上第1の実施形態の広角カメラを搭載した車両の外観図

【図8】同上第1の実施形態の撮影状況を示す図

【図9】同上第1の実施形態における第1の画像処理による表示画面

【図10】同上第1の実施形態における第2の画像処理による表示画面

【図11】同上第1の実施形態における第3の画像処理に

よる表示画面

【図12】入力画像の車両部分を消去した画像の表示画面

【図13】格子を書いた平面を第1の実施形態の広角カメラで撮影したときの画像

【図14】格子を書いた平面を歪曲率+10%で撮影したときの画像

【図15】格子を書いた平面を歪曲率-10%で撮影したときの画像

【図16】本発明の第2の実施形態に係るモニタ表示画面

【図17】従来の広角カメラの断面図

【図18】従来の広角カメラを搭載した車両の外観図

【図19】従来の広角カメラによる画像の表示画面

【図20】凸面鏡を回転放物面とした場合の画像の表示画面

面

【図21】凸面鏡を回転双曲面とした場合の画像の表示画面

面

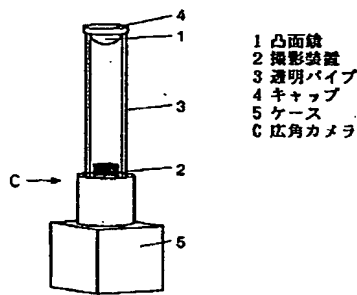
【図22】魚眼レンズを広角カメラに使用した場合の画像の表示画面

【図23】歪曲補正後の表示画面

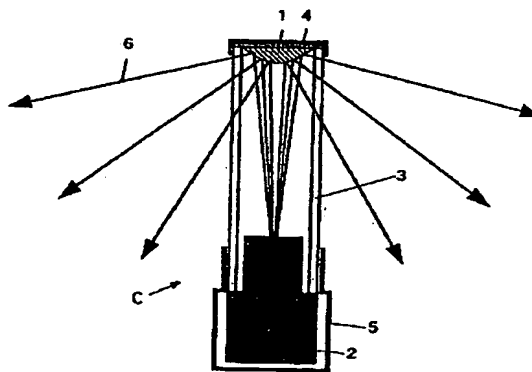
【符号の説明】

1	凸面鏡
2	撮影装置
6	視線
7	被写体
C	広角カメラ
$I_0$	回転体中心軸
Q	反射点
$H_0$	節点
$\delta$	画角
$\theta$	反射点角度

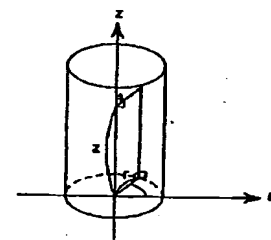
【図1】



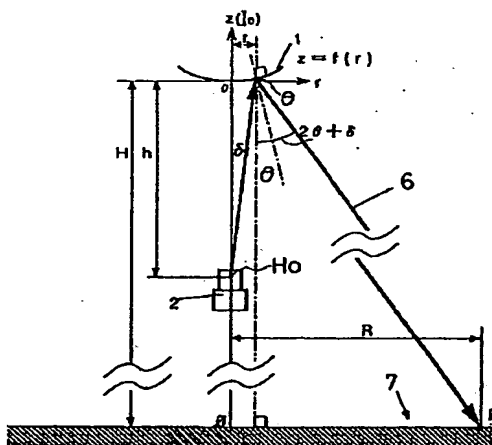
【図2】



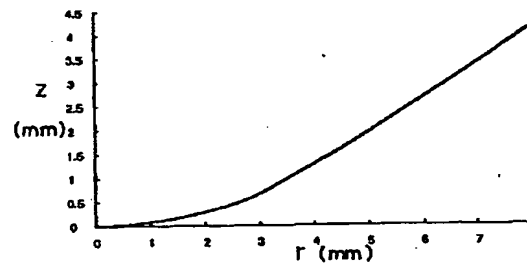
【図3】



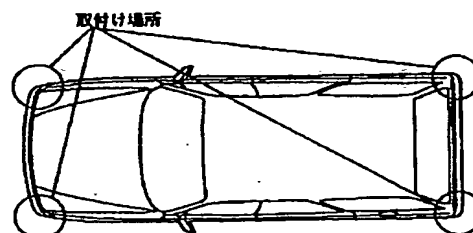
【図4】



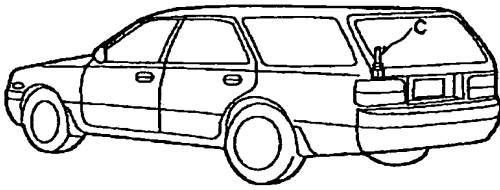
【図5】



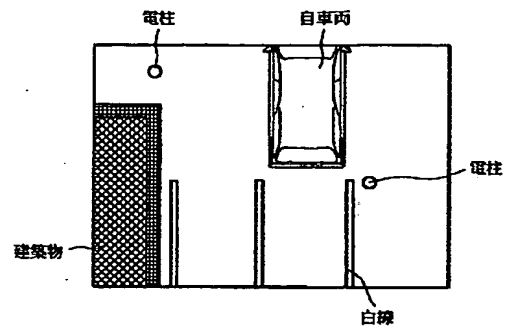
【図6】



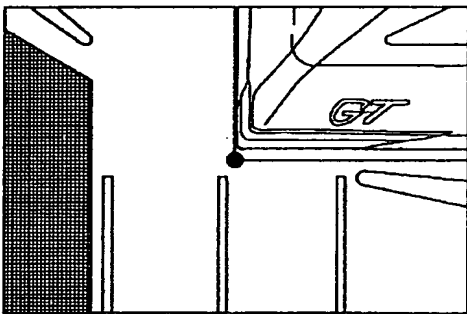
【図7】



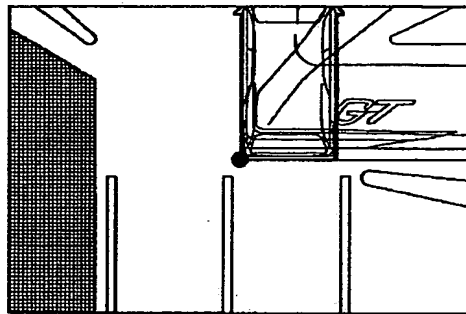
【図8】



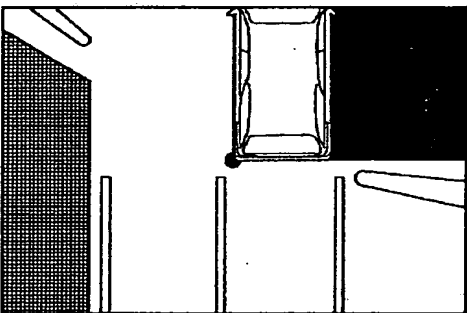
【図9】



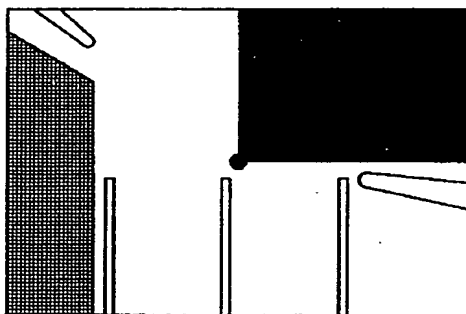
【図10】



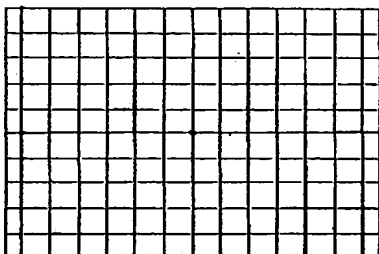
【図11】



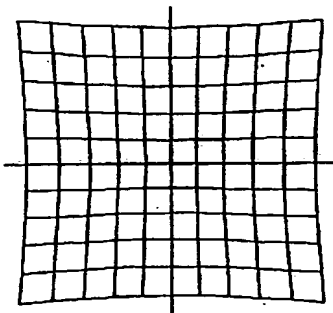
【図12】



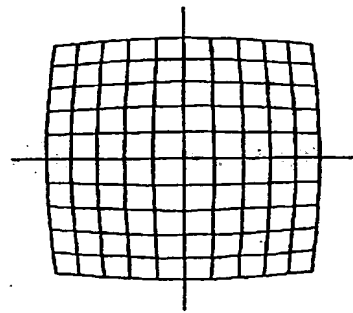
【図13】



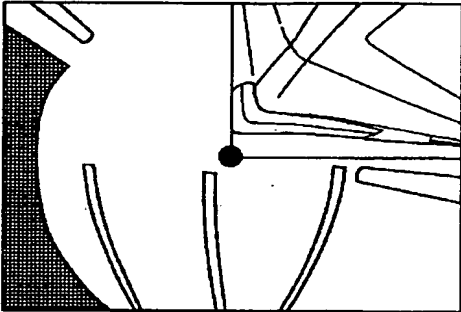
【図14】



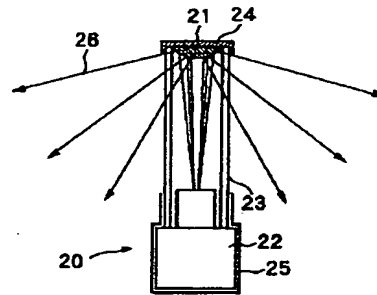
【図15】



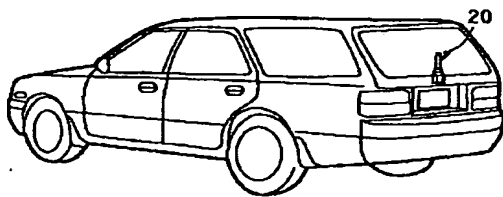
【図16】



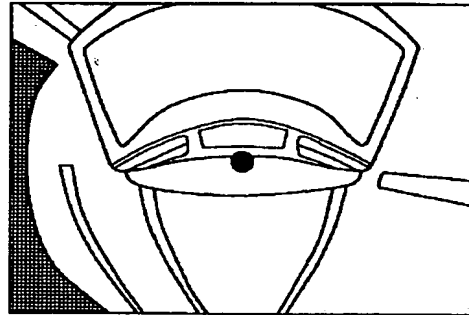
【図17】



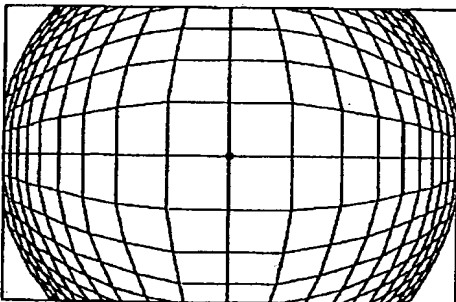
【図18】



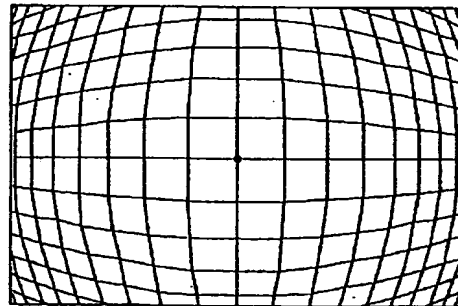
【図19】



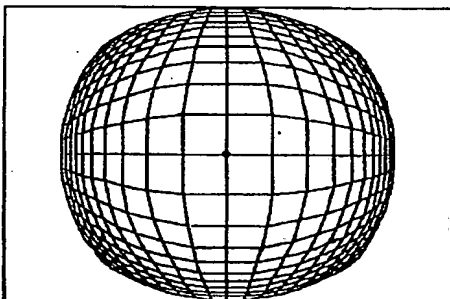
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

